

Klausur zum PC-Grundpraktikum, Wintersemester 2003/2004

Alle Aufgaben (1., 2., 3., 4.) auf getrennten Blättern bearbeiten, Name, Matrikelnummer und Studienfach auf jedes Blatt!!!

1. Allgemeine Thermodynamik, 1-Phasen-Systeme :

- (i) - Formulieren Sie möglichst knapp, aber präzise, den 0., 1., 2. und 3. Hauptsatz der Thermodynamik. Geben Sie zusätzlich, falls möglich, die im betreffenden Hauptsatz definierte thermodynamische Zustandsgröße an.

- 5 Punkte -

- (ii) ✓ - Skizzieren Sie den Carnot'schen Kreisprozess für ein ideales Gas im p-V-Diagramm und benennen Sie die einzelnen Teilschritte.

- ✓ - Geben Sie für jeden Teilschritt die Änderungen von U, q und W (innere Energie, Wärmemenge und Arbeit) aus Sicht des Arbeitsmittels (ideales Gas) an (keine Herleitung erforderlich !)

- Was charakterisiert einen thermodynamischen Kreisprozeß?

- 20 Punkte -

- (iii) Ein unbekanntes Gas wird in einem Stahltank des Volumens $V = 133 \text{ L}$, Anfangsdruck 1 bar, mit einem elektrischen Heizstab (Leistung 100 Watt) binnen 10 Minuten von 400 K auf 700 K erwärmt.

- ✓ - Berechnen Sie den Enddruck.

- ✓ - Um welches Gas könnte es sich handeln?

Hinweise: Betrachten Sie das Gas als ideal und sämtliche Freiheitsgrade als angeregt, vernachlässigen Sie die Wärmekapazität der Apparatur! Die Gaskonstante R beträgt $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- 15 Punkte -

Aufgabe 1: 40 Punkte gesamt

2. 2-Phasen-Systeme, kolligative Eigenschaften :

- (i) - Leiten Sie die Formel für den Effekt der Gefrierpunktserniedrigung her und geben Sie die anschauliche Bedeutung der kryoskopischen Konstante an.

Hinweise: $d\left(\frac{\mu}{T}\right) = -\frac{H^*}{T^2}dT + \frac{V^*}{T}dp$, hochverdünnte Lösungen ($x_1 \gg x_2$)

- 10 Punkte -

- (ii) Die kryoskopische Konstante von Wasser beträgt 1.86 K kg/mol. Zu 1 kg Wasser werden jeweils 0.1 mol der nachfolgend angegebenen Substanzen zugesetzt.

Geben Sie den Betrag der resultierenden Gefrierpunktserniedrigung an für:

- 0.1 mol Ethanol
- 0.1 mol NaCl
- 0.1 mol $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

- 10 Punkte -

- (iii) Dampfdruckerniedrigung kann als weitere kolligative Eigenschaft zur Molekulargewichtsbestimmung eines gelösten Substrates herangezogen werden.

✓ - Definieren Sie kurz den Begriff „kolligative Eigenschaft“ und geben Sie ein weiteres Beispiel hierzu an.

- Warum ergibt für Benzoesäure die Gefrierpunktserniedrigung in Benzol ein doppelt so hohes Molekulargewicht wie die Dampfdruckerniedrigung in Diethylether?

- 5 Punkte -

- (iv) Für 2 Substanzen, die ein eutektisches Gemisch bilden, betragen die jeweiligen Schmelzenthalpien sowie die Schmelzpunkte der reinen Substanzen $\Delta H_1 = 40 \text{ kJ/mol}$, $T_1^* = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta H_2 = 60 \text{ kJ/mol}$, $T_2^* = 60 \text{ }^\circ\text{C}$.

✓ - Skizzieren Sie das Schmelzdiagramm und berechnen Sie den eutektischen Punkt.

Hinweis: Benutzen Sie die Näherung $\Delta T_1 = \frac{RT_1^{*2}}{\Delta H_1} x_2$

✓ - Skizzieren Sie die experimentelle Abkühlkurve für eine Mischung der Zusammensetzung $x_1 = 0.10$.

- 20 Punkte -

Aufgabe 2: 45 Punkte gesamt

3. Elektrochemie :

- (i) - Skizzieren Sie in einem einzigen Diagramm den Verlauf der molaren Leitfähigkeit Λ mit steigender Elektrolytkonzentration für HAc und KCl (mit knapper Begründung).
- ✓ Schildern Sie möglichst knapp, welche beiden Effekte die Debye-Hückel-Theorie hinsichtlich einer Verminderung der Ionenleitfähigkeit durch interionische Wechselwirkungen vorhersagt.

- 10 Punkte -

- (ii) - Geben Sie einen Weg zur experimentellen Bestimmung der molaren Leitfähigkeit von Kalium-Ionen (K^+) an.

- 5 Punkte -

- (iii) Eine elektrochemische Zelle bestehe aus den beiden Elektroden Pt/H₂ und Ag/AgCl, welche in eine HCl-Lösung der Konzentration $c = 0.1 \text{ mol/L}$ eintauchen.

- ✓ - Geben Sie die chemischen Reaktionsgleichungen für die ablaufenden Zellreaktionen an.
- ✓ - Berechnen Sie die EMK der betreffenden Zelle nach $t = 0,1, 10 \text{ h}$, wobei Sie annehmen, dass 3% der jeweiligen Wassermenge pro Stunde aus der Lösung verdunsten.

Hinweise: Standardpotential $\text{Ag/AgCl} = 0.2223 \text{ V}$, Faraday-Konst. $F = 96485 \text{ C/mol}$, $p_{\text{Wasserstoff}} = 1 \text{ bar}$, $T = 298 \text{ K}$

- 15 Punkte -

Aufgabe 3: 30 Punkte gesamt

4. Kinetik

(i) Ein Strahlendosisimeter misst für eine unbekannte Zerfallsreaktion folgende Dosen:

$t = 0, 1, 2$ h, Dosis $(t) = 100, 50, 25$ Becquerel.

➤ Geben Sie die Reaktionsordnung an und leiten Sie eine Formel für die verbliebene Stoffmenge an Edukten als Funktion der Reaktionsdauer her.

γ Welchen Messwert erwarten Sie nach $t = 3$ h und $t = 4$ h?

- 10 Punkte -

(ii) - Leiten Sie nach Lindemann ab, warum die Reaktionsordnung mancher bimolekularer Reaktionen in der Gasphase vom Gesamt-Druck der Reaktanden abhängt. Welche Reaktionsordnung findet man jeweils für sehr hohe und sehr niedrige Drücke?

- 15 Punkte -

Aufgabe 4: 25 Punkte gesamt

Gesamtpunktzahl: 140 Punkte

Bestanden ab: 70 Punkten

Viel Erfolg!

6